

ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

potvrzuje, že
AYLOR Dana, Krušovice, CZ

podal(i) dne 28.02.2003

příhlášku vynálezu značky spisu **PV 2003 - 602**

a že připojený popis a 0 výkres(y) se shodují úplně
s původně podanými přílohami této přihlášky.



Za předsedu: Ing. Jan Mrva



V Praze dne 11.6.2003



Dekoratívni foukané sklo a způsob výroby

Oblast techniky

Vynález se týká dekorativního foukaného skla, zejména nápojového skla, zhotoveného ze základního transparentního skla, zdobeného skleněnými tělisky či přířezy skla millefiori daného vzoru a odlišné barevnosti či sytosti od základního transparentního skla.

Vynález se týká též způsobu výroby dekorativního foukaného skla, zejména nápojového skla, zdobeného skleněnými dekoračními tělisky či přířezy skla millefiori daného vzoru a odlišné barevnosti či sytosti od základního transparentního skla. Na žhavou skleněnou baňku ze základního transparentního skla se nalepí předem předehřáté sklo millefiori, následně se baňka s millefiori prohřívá, svaluje, a tvaruje rozfukováním. Získaný polotovar baňky s millefiori se převrstvuje další vrstvou základního transparentního skla. Opět se baňka prohřívá, svaluje a rozfukává do žádaného konečného tvaru ručně či do formy a nakonec se vychladí.

Dosavadní stav techniky

Je známo zdobení skla technikou millefiori, tj. pomocí dekoračních tělísek zvaných též millefiori. Nejprve se připraví dekorační těliska - millefiori, vyrobená z různobarevných, většinou pestrě zbarvených skel. Jejich příprava probíhá tak, že se do kovové formy vedle sebe naskládají barevné skleněné tyčinky, ty se horkou sklovinou spojí a novou sklovinou se převrství. Získaný barevný svazek se vytáhne do tyčinky určité tloušťky, obvykle průměru 2 až 10 mm a poté se vychladí. Vychlazená tyčinka se rozseká na tenké kruhové plátky, tloušťky 3 až 5 mm, které mají v průřezu pestrobarevné skvrny, působící dojem kvítků či jiných motivů, které daly celé této výrobě i výrobkům název millefiori – tisíc květín. Tenké kruhové přířezy se též mohou na povrchu lehce otavit do drobných dekoračních tělísek obvykle tvaru zrn či peciček, pochopitelně s požadavkem zachování pestrobarevného vzoru millefiori.

Zdobení technikou millefiori je starý způsob pro hutní výrobu tlustostěnného skla. Dekorační tělísko millefiori se nalepí na povrch žhavého skleněného jádra skloviny, které se může případně novým sklem převrstvit a dotvarovat do žádaného konečného tvaru výrobku. Takto se zušlechťují skleněná těžitka nebo tlustostěnné vázy či džbány. Poté se hutně zpracovávají přetažením křišťálovou sklovinou a rozfuknutím či rozválením. Přitom barevný vzor zůstává buď nezměněn, nebo se zvětší cca 2x až 3x. Získá se tak dekorativní sklo, které zdobí pestrobarevné dekorační tělísko millefiori, zatavené buď v téměř nezměněném tvaru na povrch nebo dovnitř transparentního skla, nebo je zataveno dovnitř tlustostěnného transparentního skla při nepatrném zvětšení, k němuž dochází při tvarování základní transparentní skloviny do žádaného tvaru rozfukováním.

U tenkostěnného výrobku však docházelo při rozfukování základní skloviny se sklem millefiori, vlivem nerovnoměrného viskozního tečení, k porušování proporcionality vzoru, který tím ztrácí svoji estetickou hodnotu. Proto se zatím tato technika zdobení u tenkostěnného skla neujala. Přitom by měla své nepopiratelné přednosti ekologické, neboť millefiori je zhotoveno z různých druhů barevných skel, často obsahujících vyluhovatelné těžké kovy, a ty by byly bezpečně zataveny mezi dvě vrstvy transparentních skel, většinou křišťálových.

Cílem tohoto vynálezu je aplikace zdobení technikou millefiori na tenkostěnné sklo, zejména nápojové.

Podstata vynálezu

Tento úkol, tj. umožnění získání dekorativního foukaného tenkostěnného nápojového skla technikou millefiori, je předmětem tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do vnitřku základního transparentního skla o tloušťce 0,5 – 3 mm je zataveno rozfuknuté tělísko či přírez

z barevně či sytostně odlišného skla millefiori daného vzoru 5 - 30 x zvětšeného při zachování jeho proporcionality.

Toto zdobené sklo se získá způsobem výroby podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že dekorativní skleněné tělísko či přířez skla millefiori s daným vzorem se předem prohřeje tak, aby při jeho nalepování na žhavou skleněnou baňku ze základního transparentního skla byla viskozita jejich stykového povrchu v rozmezí 10^4 Pas - 10^9 Pas. Po nalepení millefiori se baňka tvaruje prohříváním, svalováním a rozfukováním za současného zvětšování vzoru millefiori při zachování proporcionality jeho vzoru. Získaný polotvar skleněné baňky s millefiori se převrstvuje základní sklovinou, prohřívá se, svaluje a rozfukuje do konečného tvaru výrobku a do zvětšení vzoru millefiori, zataveného dovnitř základního transparentního skla, 5x až 30x při zachování proporcionality jeho vzoru a do získání konečné tloušťky skla výrobku v oblasti se zataveným millefiori 0,5 – 3 mm.

Hlavní výhodou tohoto vynálezu je získání nového originálního dekorativního tenkostěnného výrobku, zdobeného barevným motivem, vytvořeným zvětšením základního barevného vzoru millefiori, zataveného mezi dvě transparentní ekologicky nezávadné vrstvy skla.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Vyrábí se tenkostěnný tvar kalichu „cibulovitého“ tvaru. Zde je velmi důležitá teplota vzoru millefiori před přilepením. Měření této teploty radiačním pyrometrem je obtížné, protože rozměry millefiori jsou menší než zorné pole pyrometru. Volí se proto metoda předehtání millefiori v pícce o konstantní teplotě, měřené termočlánkem a regulované.

Pro obtížně tvarovatelné výrobky se volí sklo millefiori s viskozitou při dané teplotě vyšší než základní sklovina. Pro automatizaci výroby se polotovary millefiori nahřívá v pícce s regulovanou teplotou a teplota baňky se měří radiačním pyrometrem těsně před přilepením millefiori. Při aplikaci různých typů millefiori na jednu baňku se základní baňka ochlazuje nebo předehtává selektivně pro docílení různé teploty dokonalého styku při nalepení.

Současně by neměla teplota stykového povrchu klesnout pod transformační teplotu obou skel, aby nedošlo k lomu skla. Další omezení spočívá ve sladění koeficientu teplotní roztažnosti základní skloviny a skloviny millefiori, rozdíl by neměl být vyšší než $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Po náběru a vytvoření základní baňky je zapotřebí přilepit malý přířez nebo pecičku skla millefiori s barevným vzorem na její povrch. Aby se spojily dvě různé skleněné části, musí jejich povrchy mít takovou teplotu, aby po jejich těsném přiblížení byla výsledná teplota stykového povrchu vyšší nebo stejná jako tzv. teplota lepení, která odpovídá viskozitě měkkého skla cca 10^9 Pas. Výsledná teplota stykového povrchu, za předpokladu opravdu dokonalého styku, je dána výchozí teplotou obou povrchů spojovaných částí a jejich vlastnostmi, v našem případě akumulačními schopnostmi obou sklovin.

Platí poměr

$$\frac{t_b - t_s}{t_s - t_m} = \frac{E_m}{E_b} \quad (1)$$

kde je

t_b výchozí teplota povrchu baňky skleněného polotovaru ($^{\circ}\text{C}$),

t_m výchozí teplota povrchu přířezu millefiori ($^{\circ}\text{C}$),

t_s výsledná teplota vzájemného povrchu v okamžiku dokonalého dotyku ($^{\circ}\text{C}$),

E_b tepelná akumulační schopnost skloviny tvořící baňku ($\text{J} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1/2}$) a

E_m tepelná akumulační schopnost skloviny tvořící millefiori ($\text{J} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1/2}$).

Tepelná akumulační schopnost každé skloviny je dána součinem

$$E = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c_p} \quad (2)$$

kde je

λ tepelná vodivost skloviny ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

ρ měrná hmotnost skloviny ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) a

c_p měrné teplo skloviny ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

Protože měrná hmotnost a měrné teplo se u sklovin stejného typu příliš neliší, určuje poměr jejich akumulačních schopností především poměr jejich tepelných vodivostí. Vodivost základní baňky z křišťálového skla je vysoká. Vyjádříme-li t. zv. efektivní tepelnou vodivost, která zahrnuje přenos tepla pravou tepelnou vodivostí i zářením, bude díky malé průchodnosti tepelného záření u barevných či opálových skel, která tvoří vzor millefiori tento poměr

$$\frac{E_m}{E_b} \approx \sqrt{0,5} - \sqrt{0,25} = 0,7 - 0,5 \quad (3)$$

Uvažujeme-li vliv teploty na tepelnou vodivost, který je u sklovin s význačným podílem přenosu tepla sáláním značný, lze dojít až k nízkému poměru akumulačních schopností

$$E_b / E_m = 0,3.$$

Ze vzorce (1) lze pak vypočítat teplotu stykového povrchu, z viskozitní křivky měkčího skla zjistit příslušnou viskozitu a rozhodnout zda dojde k přilepení, tedy je-li tato viskozita nižší než 10^9 .

Další omezení je, aby výsledná teplota stykového povrchu nebyla nižší než transformační teplota základního tvaru. Pak při dalším snižování teploty vznikne vnitřní tahové napětí, které způsobí vznik trhlinky. Ta se sice při dalším ohřevu zacelí, ovšem geometrie vzoru zůstane narušena, protože při výrobě tenkostěnného skla je kapacita tepla ve stěně malá, chlazení probíhá rychle.

Další náběh proto musí následovat v takovém případě rychle po přilepení vzoru millefiori. Probíhá-li však ohřev vzoru millefiori příliš rychle a jeho teplota je pod teplotou transformace skla, vytvoří se v barevné sklovině tlakové napětí, které rovněž vede k destrukci vzoru. Polotovar vzoru millefiori je vytvářen slepením tyčinek různých sklovin s různou roztažností, takže v polotovaru je vlastní napětí. Pokud je teplota polotovaru millefiori nízká, tj. má viskozitu vyšší než má povrch zchladlé baňky nebo stejnou, pak tato vysoká viskozita brání rozfukování vzoru, ten se zvětší jen málo a protáhne se jen do nejbližšího okolí. Pokud je teplota povrchového vzoru před přejmutím příliš vysoká, dojde při rozfukování k velkému roztažení vzoru, při němž se mnohdy ztrácejí proporce a vzor se znehodnocuje.

Teploty potřebné do vzorce (1) se zjistí výhodně změřením pomocí radičního pyrometru v oblasti infračervených vln delších než $5 \mu\text{m}$. Pro obtížně tvarovatelné výrobky je vhodné volit polotovar millefiori s viskozitou při dané teplotě vyšší než základní sklovina, aby nedošlo k porušení proporcionality dekoru. Pro automatizaci výroby je výhodné, když se polotovar millefiori nahřívá v pícce s regulovanou teplotou pro rovnoměrný ohřev skla a teplota baňky se měří pyrometrem těsně před vlastním přilepením. Při aplikaci millefiori s různými vlastnostmi na jednu baňku se základní baňka ochlazuje či předehtívá selektivně pro docílení různé teploty dokonalého styku.

Požadovaná teplota se vypočte podle vzorce (1). Základní sklovina je transparentní barnatý křišťál s roztažností $8,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a efektivní tepelnou vodivostí $120 \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ při teplotě 1000°C . Jako vzor millefiori se použije kruhová destička průměru 6 mm a výšky 2 mm, vytvořená ze čtyř různě barevných sklovin. Vytvořený vzor, např. srdíčko, není osově symetrický. Roztažnost použitých sklovin (opál, oranž, rubín, kobaltová modř, tyrkys) se odlišuje od základní skloviny + $- 0,3 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, což zaručuje vznik jen bezpečného vnitřního napětí. Efektivní tepelná vodivost těchto

sklovin se samozřejmě velmi liší, je vždy výrazně nižší než základního křišťálu, a proto pro výpočet se volí vodivost opálové skloviny, která tvoří základ použitých barevek, cca $30 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ při 1000°C a $8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ při 500°C . Základní baňka se nabírá v peci s teplotou 1100°C , po předfouknutí a sválení vlhkým svalákem má vnější povrch baňky, poměrně tenkostěnné, teplotu 850°C , což bylo zjištěno radičním pyrometrem Minolta–Land, který pracuje ve spektrální oblasti $8-12 \mu\text{m}$, kde je sklo nepropustné, takže údaj pyrometru odpovídá teplotě vrstvy u povrchu tlusté maximálně $0,2 \text{ mm}$. Emisivita byla přitom nastavena na hodnotu $0,85$, což odpovídá emisivitě měřeného skla v této spektrální oblasti. Jedině takto měřená hodnota odpovídá skutečné teplotě povrchu baňky.

Výpočtem podle vzorce (1) vyjde teplota stykového povrchu při předeřtí vzoru millefiori na 300°C v rozsahu $667-730^\circ\text{C}$, což je hodnota dostatečná pro přilepení, ale viskozita je nízká a po přejmutí a rozfouknutí by došlo velikému zvětšení vzoru a porušení proporcionality. Je proto nutné sválet baňku dále, aby teplota povrchu poklesla, volit nižší výchozí teplotu destičky millefiori nebo jiný vzor millefiori, který má tepelnou vodivost bližší základní křišťálové sklovině.

Použije-li se sklovin iontově barvených, které nemají rozptylující centra, např. barvených kobaltem, mědi atd., můžeme počítat s poměrem akumulčních schopností křišťálu a millefiori $0,8$, což vede k teplotě stykového povrchu při dokonalého dotyku obou sklovin 605°C .

Delším sválením se dojde k povrchové teplotě 750°C , kdy baňka má již viskozitu 10^5-10^6 Pas a je dosti tuhá. Teplota povrchu při dokonalém styku je výpočtem 600°C pro opálové millefiori a 550°C pro iontově barvené. První teplota vyhoví požadavku na přilepení i na rozfukování, druhá je pro rozfukování ještě lepší, blíží se teplotě transformace použitých sklovin $480-500^\circ\text{C}$.

Třetí možností je snížit teplotu předeřtí destičky millefiori. Pokud volíme teplotu 200°C a sválime na 750°C , bude teplota dokonalého styku iontově barveného millefiori 472°C a 533°C u opálového skla. Tato hodnota vyhoví u opálového skla, je však již pod transformační teplotou u iontově barveného millefiori. Uvedený příklad dokumentuje důležitost určení výchozích teplot a vlastností sklovin.

Předeřtí millefiori je výhodné provádět v regulované peci, teplotu baňky měřit pyrometrem. Způsob výroby podle tohoto vynálezu umožňuje celou výrobu automatizovat.

Příklad 2

Vyrábí se pohár typu „šampaň - flétna“ charakterizovaný komolým úzkým tvarem nahoru se mírně rozšiřujícím. U stonku je poměrně silná vrstva skloviny „led“ $1-2 \text{ cm}$. Ta způsobuje velkou tepelnou kapacitu u stonku, naproti tomu tělo kalicha je velmi slabostěnné $1 \text{ až } 1,5 \text{ mm}$. To samo o sobě znamená velmi obtížné zachovat proporce vzoru millefiori při rozfukování. Vzor se nejen jednostranně roztahuje, ale dochází i k jeho rotaci a rozmazávání kontur, neboť podél kalichu vzniká velký teplotní gradient. Tomu se dá bránit jednak vhodnou volbou výchozího tvaru při přípravě polotovaru, i volbou tvrdší skloviny pro jeho výrobu, jednak v huti přímo vhodnou teplotou baňky před přejmutím. Ta musí být tak nízká, aby se vzor rozšiřoval pouze při svalování t. j. rovnoměrně, a nikoliv při foukání, kdy se protahuje jedním směrem. Zde je nutné volit teplotu předeřtí vzoru co nejmenší, výhodnější volit opálová neprůteplivá millefiori. Teplotu dokonalého styku volíme co nejblíže teplotě lepení, tedy nejnížší možnou.

Uvedené příklady provedení nejsou vyčerpávající a jsou možné jiné varianty způsobů výroby dekorativního skla podle tohoto vynálezu v rámci rozsahu myšlenku patentových nároků.

Průmyslová využitelnost

Uvedené je možno aplikovat v automatizované výrobě nápojového skla, kde však se dají předpokládat vysoké nároky na dodržování technologie a omezení sortimentu originálních vzorů.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Dekoratívni foukané sklo, zejména nápojové sklo, zhotovené ze základního transparentního skla, přednostně křišťálového, zdobeného skleněnými tělisky či přířezy skla millefiori daného vzoru, odlišné barevnosti či sytosti od základního transparentního skla, **vyznačující se tím, že** do vnitřku základního transparentního skla o tloušťce 0,5 – 3 mm je zataveno rozfouknuté tělísko či přířez z barevně či sytostně odlišného skla millefiori daného vzoru 5 - 30 mm plošně zvětšeného při zachování jeho proporcionality.

2. Způsob výroby dekorativního foukaného skla, zejména nápojového skla, zdobeného skleněnými dekoračními tělisky či přířezy skla millefiori daného vzoru odlišné barevnosti či sytosti od základního transparentního skla, při němž se na žhavou skleněnou baňku ze základního transparentního skla nalepí předem předeřtá sklo millefiori, následně se baňka s millefiori prohřívá, svaluje, a tvaruje rozfukováním, získaný polotovar baňky s millefiori se převrstvuje další vrstvou základního transparentního skla, opět se baňka prohřívá, svaluje a rozfukává do žádaného konečného tvaru ručně či do formy, a potom se vychladí, **vyznačující se tím, že**
 - dekorativní skleněné tělísko či přířez skla millefiori s daným vzorem se předem prohřeje, aby při jeho nalepování na žhavou skleněnou baňku ze základního transparentního skla byla viskozita jejich stykového povrchu v rozmezí $10^4 \text{ Pas} - 10^9 \text{ Pas}$,
 - po nalepení millefiori se baňka tvaruje prohříváním, svalováním a rozfukováním za současného zvětšování vzoru millefiori při zachování proporcionality jeho vzoru,
 - získaný polotvar skleněné baňky s millefiori se převrstvuje základní sklovinou, prohřívá se, svaluje a rozfukuje do konečného tvaru výrobku a do zvětšení vzoru millefiori, zataveného dovnitř základního transparentního skla, 5x až 30x při zachování proporcionality jeho vzoru a do získání konečné tloušťky skla výrobku v oblasti se zataveným millefiori 0,5 – 3 mm.

3. Způsob výroby podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** požadovaná viskozita základní transparentní skloviny baňky před nalepením millefiori se zjistí změřením teploty radiačním pyrometrem v oblasti infračervených vln delších než 5 μm .

Anotace

Název : Dekorativní foukané sklo a způsob výroby

Do základního transparentního skla o tloušťce 0,5 – 3 mm zataveno rozfouknuté tělísko či přířez z barevně či sytostně odlišného skla millefiori daného vzoru 5 - 30 mm plošně zvětšeného při zachování jeho proporcionality. Dekorativní skleněné tělísko či přířez skla millefiori s daným vzorem se předem prohřeje, aby při jeho nalepování na žhavou skleněnou baňku ze základního transparentního skla byla viskozita jejich stykového povrchu v rozmezí 10^4 Pa.s - 10^9 Pa.s.

THE CZECH REPUBLIC

THE OFFICE OF INDUSTRIAL PROPERTY

confirms that
AYLOR Dana, Krušovice, CZ

submitted, on Feb. 28, 2003-06-16

an invention application of file number **PV 2003 – 602**

and that the attached description and 0 diagram(s)
completely correspond with the originally submitted annexes of
this application.

(illegible signature)
For the chairman: Ing. Jan Marva

(Seal: The Office of Industrial Property)

(Stamp: The Office of Industrial Property 5)

In Prague on June 11th, 2003

Decorative blown glass and the method of production

The Area of the Technique

The invention concerns decorative blown glass, especially beverage glass, made from basic transparent glass, decorated by a glass body or a slice of millefiori glass of a given design and a color or saturation different from the basic transparent glass.

The invention also concerns the production method of decorative blown glass, especially beverage glass, decorated by a decorative glass body or a slice of millefiori glass of a given design and a color or saturation different from the basic transparent glass. Millefiori glass that has been preheated in advance is attached to the hot glass bottle made from basic transparent glass, following which the bottle with the millefiori is heated up, rolled, and shaped by blowing. The blank bottle with the millefiori that results is interstratified by another layer of basic transparent glass. Once again the bottle is heated up, rolled and blown to the desired final shape manually or in a form and finally it is cooled down.

The State of the Technique until Now

The decoration of glass using the millefiori technique, which is with the help of decorative bodies also called millefiori, is well-known. First of all the decorative body is prepared – the millefiori, made from various-colored, generally multicolored glasses. Its preparation is carried out by placing colored glass rods next to each other in a metal cast, these combine with the hot glass and the new glass interstratifies. The colored bunch that is obtained is stretched into glass rods of a certain thickness, usually averaging 2 to 10 mm, and then they are cooled down. The cooled rod is cut into thin circular slices, 3 to 5 mm thick, which have multicolored spots in the cross-section, creating an impression of flowers or other motifs, which gave all of this production as well as the products the name millefiori – a thousand flowers. Thin circular slices can also lightly be melted on the surface for small decorative bodies, usually in the shape of a grain or a pip, understandably with a requirement of maintaining the multicolored design of the millefiori.

The millefiori decoration technique is an old method for the glasswork production of thick-walled glass. The decorative millefiori body is stuck on the surface of a hot glass core, which can be interstratified by new glass if need be and finished in the desired final product form. Thus the glass paperweight or thick-walled vase or jug is finished. Then they are consistently processed by stretching crystal glass and blowing or rolling. At the same time the color pattern either remains the

same or increases 2 to 3 times in size. Thus in this way decorative glass is obtained, which is decorated by multicolored decorative millefiori, sealed in either a practically unchanged form on the surface or inside transparent glass, or it is sealed inside the thick-walled transparent glass during the slight enlargement that occurs when shaping the basic transparent glass into the desired shape by blowing.

For thin-walled products, though, the proportionality of the design was corrupted when blowing the basic glass with the millefiori glass owing to the uneven viscous flow, thus it loses its esthetic value. Therefore this decorative technique has not yet caught on for thin-walled glass. It would have undeniable ecological value, though, since millefiori is produced from various types of colored glass, often containing extractible heavy metals and these would be safely sealed between two layers of transparent glass, usually crystal.

The goal of this invention is the application of the millefiori decorative technique to thin-walled glass, especially for beverages.

The Substance of the Invention

This task, meaning enabling the acquisition of decorative blown thin-walled beverage glass using the millefiori technique, is the subject of this invention, the substance of which consists in the fact that a blown body or slice made of distinctly colored or saturated millefiori glass of a given design, enlarged 5 to 30 times while maintaining its proportionality, is sealed inside basic transparent glass 0.5 to 3 mm thick.

This decorated glass is obtained by a manner of production in accordance with this invention, the substance of which consists in heating up the decorative glass body or slice of millefiori glass with a given design in advance so that when it is stuck to the hot glass bottle made of basic transparent glass, the viscosity of its contact surface was in the range of 10^4 to 10^9 Pas. After attaching the millefiori the bottle is shaped by heating it up, rolling it and blowing it, concurrently enlarging the millefiori design while maintaining the proportionality of its design. The blank glass bottle with the millefiori acquired is interstratified by basic glass, heated up, rolled and blown into the final shape of the product and into the millefiori design, sealed inside the basic transparent glass, enlarged from 5 to 30 times while maintaining the proportionality of its design and while attaining the final thickness of the glass of the product of 0.5 to 3 mm in the area of the sealed millefiori.

The main advantage of this invention is obtaining a new original decorative thin-walled product, decorated with a color motif created by enlarging the basic millefiori color design, sealed between two transparent ecologically-harmless layers of glass.

Examples of Performing the Invention

Example 1

A thin-walled form of an onion-shaped chalice is produced. The temperature of the millefiori design before being attached is very important here. Measuring this temperature using a radiant heat pyrometer is difficult because the dimensions of the millefiori are smaller than the field of view of the pyrometer. Thus a method of preheating the millefiori in a pilot furnace at a constant temperature, measured by a thermoelement and regulated, is chosen.

For difficultly-shapeable products millefiori glass with a viscosity that is higher than the basic glass at the given temperature is chosen. For automating the production, the millefiori blank is heated in a pilot furnace with a regulated temperature and the temperature of the bottle is measured by a radiant heat pyrometer right before attaching the millefiori. When applying various types of millefiori to one bottle, the basic bottle is cooled off or heated up selectively for attaining various temperatures of the perfect contact when applying.

At the same time the temperature of the contact surface should not drop below the transformation temperature of both glasses in order to prevent fractures in the glass. Another condition consists of harmonizing the coefficient of the thermal expansion of the basic glass and the millefiori glass; the difference should not be higher than $0.3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

After the gathering and the creation of the basic bottle it is necessary to attach a small slice or pip of millefiori glass with a color design on its surface. In order for the two various glass elements to be connected, their surfaces must have such a temperature so that when they are brought into close contact the resulting temperature of the contact surface is higher than or the same as the so-called binding temperature which corresponds to the viscosity of the softer glass of approximately 10^9 Pas . The resulting temperature of the contact surface, on the condition of a true perfect contact, is given by the initial temperatures of the both surfaces of the connecting parts and their characteristics, in our case the thermal capacities of both glasses.

This ratio is valid

$$\frac{t_b - t_s}{t_s - t_m} = \frac{E_m}{E_b} \quad (1)$$

where

t_b is the initial temperature of the surface of the bottle of the glass blank ($^{\circ}\text{C}$),
 t_m is the initial temperature of the surface of the millefiori slice ($^{\circ}\text{C}$),
 t_s is the resulting temperature of the mutual surface in the instant of the perfect contact ($^{\circ}\text{C}$),
 E_b is the thermal capacity of the glass making up the bottle ($\text{J.m}^2.\text{s}^{-1/2}$) and
 E_m is the thermal capacity of the glass making up the millefiori ($\text{J.m}^2.\text{s}^{-1/2}$).

The thermal capacity of each glass is given by the equation

$$E = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c_p} \quad (2)$$

where

λ is the thermal conductivity of the glass ($\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$),
 ρ is the specific density of the glass (kg.m^{-3}) and
 c_p is the specific heat of the glass ($\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

Because the specific density and specific heat do not differ much for glass of the same type, the rate of their thermal capacity is largely determined by the rate of their thermal conductivity. The conductivity of a basic bottle from crystal glass is high. If we express the so-called effective thermal conductivity, which includes the transfer of heat by true thermal conductivity as well as by radiation, this ratio results, thanks to the small capacity of the thermal radiation for the colored or opal glass which makes up the millefiori design:

E_m

$$\frac{E_m}{E_b} \approx \sqrt{0.5} - \sqrt{0.25} = 0.7 - 0.5 \quad (3)$$

E_b

If we take into account the influence of the temperature on thermal conductivity, which is considerable for glass with a marked share of heat transfer by heat radiation, a low rate of thermal capacity can be reached:

$$E_b / E_m = 0.3.$$

It is then possible to calculate the temperature of the contact surface from formula (1), to ascertain the respective viscosity from the viscosity curve of the softer glass and to decide whether or not attachment has occurred (if this viscosity is lower than 10^9).

A further limitation is that the resulting temperature of the contact surface cannot be lower than the transformation temperature of the basic form. If it is then when the temperature is lowered further internal tensile stress occurs, causing a fracture to arise. While this is closed up with further heating, the geometry of the design remains impaired because, during the production of thin-walled glass, the thermal capacity in the wall is small and cooling down occurs quickly.

Thus another gathering must result quickly after attaching the millefiori design in such a case. If, however, the heating of the millefiori design occurs too rapidly and its temperature is below the transformation temperature of the glass, pressure stress arises in the colored glass, also leading to the destruction of the design. The blank of the millefiori design is created by sticking rods of various glasses with various expansibilities together, so there is stress in the blank itself. If the temperature of the millefiori blank is low, meaning it has a viscosity higher than or the same as the surface of the cooled-down bottle, then this high viscosity prevents the blowing of the design, which is only slightly enlarged and only stretches out in the nearest vicinity. If the temperature of the surface design before being received is too high, the design is stretched out greatly while blowing, during which it often loses proportion and the design is damaged.

The temperature required for formula (1) is determined by an expedient measurement using a radiant heat pyrometer in the spectrum of radioactive waves longer than $5\text{ }\mu\text{m}$. For difficultly-shapeable products it is advantageous to choose a millefiori blank with a viscosity higher than the basic glass at the given temperature so that the proportionality of the decoration is not impaired. For production automation it is advantageous when the millefiori blank is heated in the pilot furnace with a regulated temperature for the even heating of the glass and the temperature of the bottle is measured by a pyrometer right before the attachment itself. When applying millefiori with various characteristics to one bottle the basic bottle is cooled down or heated up selectively for attaining the various temperatures of the perfect contact.

Calculate the desired temperature according to formula (1). The basic glass is transparent barium crystal with an expansibility of $8.5 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ and the effective thermal conductivity is $120\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ at a temperature of 1000°C . A circular plate averaging 6 mm wide and 2 mm high, made up of four various-colored glasses, is used as the millefiori design. The design created, a heart for example, is not axially symmetrical. The expansibility of the glass used (opal, orange, ruby, cobalt blue, turquoise, etc.) differs from the basic glass by $\pm 0.3 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$, which guarantees the occurrence of only safe internal stress. The effective thermal conductivity of these glasses varies widely, of course, it is always significantly lower than basic crystal and therefore opal glass, which forms the basis of the glass colors used (approximately $30\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ at 1000°C and $8\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ at 500°C), is chosen for the calculation of conductivity. The basic bottle is gathered in a furnace with a temperature of 1100°C , after blowing and rolling with a damp roller the external surface of the bottle, relatively thin-walled, has a temperature of 850°C , which was ascertained by a Minolta-Land radiant heat pyrometer, which works in the spectral frequency of $8\text{ -}12\text{ }\mu\text{m}$ where the glass is impenetrable, so the pyrometer's information corresponds to the temperature of the layers at a surface 0.2 mm thick, at most. The emissivity was set at a value of 0.85, which corresponds to the

emmisivity of the measured glass in this spectral frequency. Only values measured in this manner correspond to the actual temperature of the bottle's surface.

By a calculation in accordance with formula (1) the temperature of the contact surface when preheating the millefiori design to 300°C amounts to a range of 667 - 730°C, which is a value sufficient for the attachment, but the viscosity is low and, after taking and blowing it, a great enlargement of the design would take place, impairing the proportionality. It is therefore important to roll the bottle longer so that the temperature of the surface decreases, to choose a lower initial temperature of the millefiori plate or other millefiori design, which has a thermal conductivity closer to the basic crystal glass.

If ionic colored glass that does not have a dispersing center (colored, for example, by cobalt, copper, etc.) is used, we can count on a thermal capacity ratio of crystal and millefiori of 0.8 which leads to a temperature of 605°C for the contact surface of both glasses during a perfect contact.

Longer rolling leads to a surface temperature of 750°C when the bottle already has a viscosity of 10^5 - 10^6 Pas and it is rather solid. The surface temperature during perfect contact is calculated to be 600°C for opal millefiori and 550°C when ionic-colored. The first temperature satisfies the requirements for attaching and for blowing, the second is even better for blowing as it is closer to the transformation temperature of 480 – 500°C for the glass used.

The third possibility is to lower the temperature for preheating the millefiori plate. If we choose a temperature of 200°C and we roll to 750°C, the temperature of perfect contact of ionic-colored millefiori is 472°C and 533°C for opal glass. This value satisfies the requirements for opal glass but is below the transformation temperature for ionic-colored millefiori. The example shown documents the importance of determining the initial temperature and characteristics of the glass.

It is advantageous to preheat the millefiori in a regulated furnace and to measure the temperature of the bottle with a pyrometer. The method of production in accordance with this invention enables the entire production to be automated.

Example 2

A goblet of the type of "champagne – flute" is produced, characterized by a truncated narrow shape slightly widening towards the top. At the stem there is a relatively thick (1 – 2 cm) layer of "ice" glass. This causes a large heat capacity at the stem, while the body of the chalice, on the other hand, is very weak-walled (1 to 1.5 mm thick). This also means it is very difficult to maintain the proportions of the millefiori design when blowing. The design not only unilaterally expands, but its rotation and the blurring of the contours also occurs because a large temperature gradient occurs along the chalice. This can be prevented in part by a suitable choice of the initial shape

during the preparation of the blank as well as by the choice of a harder glass for its production, and in part directly in the glassworks using a suitable temperature for the bottle before taking it. That must be low enough so that the design only expands during the rolling (i.e. evenly) and not at all when blowing, when it expands in one direction. It is important to choose the lowest temperature possible for preheating the design and more advantageous to choose an opal adiathermanous millefiori. We choose the temperature of the perfect contact to be as close as possible to the binding temperature, in other words the lowest possible temperature.

The examples of the application mentioned are not exhausted and other variations in the methods of production of decorative glass are possible according to this invention in the framework of the range of the ideas of the patented claims.

Industrial Utilization

It is possible to apply the above in the automated production of beverage glass where it is possible to expect high demands, however, on the maintenance of technology and a restriction on the assortment of original designs.

PATENT CLAIMS

1. Decorative blown glass, especially beverage glass, produced from basic transparent glass, preferably crystal, decorated by a glass body or a slice of millefiori glass of a given design and a color or saturation different from the basic transparent glass,
is distinguished by the fact that
 A blown body or slice from differently colored or saturated millefiori glass of a given design of 5 to 30 mm enlarged over the entire area while maintaining its proportionality is sealed inside the basic transparent glass 0.5 to 3 mm thick.

2. The manner of production of decorative blown glass, especially beverage glass, decorated by a glass decorative body or slice of millefiori glass of a given design of a color or saturation different from the basic transparent glass, during which the millefiori glass, preheated in advance, is attached to the hot glass bottle from basic transparent glass, following which the bottle with the millefiori is heated, rolled and shaped by blowing, the blank bottle with the millefiori obtained is interstratified by a further layer of basic transparent glass, once again the bottle is heated up, rolled and blown to the desired final shape manually or in a form and then it cools down,
is distinguished by the fact that
 - The decorative glass body or slice of millefiori glass with a given design is heated up in advance so that during its attachment to the hot glass bottle made of basic transparent glass the viscosity of its contact surface is in the range of 10^4 to 10^9 Pas,
 After being attached, the millefiori with the bottle is shaped by heating, rolling and blowing while concurrently enlarging the millefiori design while maintaining the proportionality of its design,
 - The blank of the glass bottle with the millefiori obtained is interstratified by basic glass heated, rolled and blown to the final shape of the product and into the millefiori design, sealed inside the basic transparent glass, enlarged from 5 to 30 times while maintaining the proportionality of its design and while obtaining the final thickness of the glass of the product of 0.5 to 3 mm in the area of the sealed millefiori.

3. The method of production conforming to claim 2 **is distinguished by the fact** that the desired viscosity of the basic transparent glass of the bottle before attaching the millefiori is determined

by measuring the temperature with a radiant ¹⁰ heat pyrometer in the spectrum of infrared waves longer than 5 μm .

Annotation

Title: Decorative Blown Glass and the Manner of Production

A blown body or slice from differently colored or saturated millefiori glass of a given design of 5 to 30 mm enlarged over the entire area while maintaining its proportionality is sealed inside the basic transparent glass 0.5 to 3 mm thick. The decorative glass body or slice of millefiori glass with a given design is heated up in advance so that during its attachment to the hot glass bottle made of basic transparent glass the viscosity of its contact surface is in the range of 10^4 to 10^9 Pas.